



## Beschreibung

## Meßumformer und Prozeßleitsystem

- 5 Die Erfindung betrifft einen Meßumformer, der zur Versorgung mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen Meßwert darstellenden Stromsignals an zumindest eine Zweidrahtleitung anschließbar ist, sowie ein dazu korrespondierendes Prozeßleitsystem.
- 10 In der NAMUR-Empfehlung NE 43 vom 18.01.1994 wird vorgeschlagen, zusätzlich zu den eigentlichen Meßwerten auch eine Ausfallinformation über eine analoge 4-20 mA-Schnittstelle eines Meßumformers zu übertragen. Zusätzliche Informationen
- 15 außerhalb der eigentlichen Meßinformation, z.B. zum Gerätestatus, sind durch den Einsatz von Mikroprozessoren bei Feldgeräten schon weit verbreitet. Bei den Mindestinformationseinhalten von Sensorsystemen in der prozeßnahen Technik wurde die Geräteausfallinformation als unverzichtbarer
- 20 Bestandteil der Statussignale eines Sensorsystems definiert. Die Verwendung der Ausfallinformation von digitalen Meßumformern mit analogem Ausgangssignal liefert für die Prozeßleitetchnik einen wesentlichen Vorteil: Fehler im Meßsystem werden durch die Ausfallinformation frühzeitig signalisiert,
- 25 so daß in weiterverarbeitenden Systemen die Auswirkungen mittels Ausfallstrategien begrenzt werden können. Die Ausfallinformation kann somit einen erheblichen Beitrag zur Fehlervermeidung liefern. Eine Ausfallinformation wird dann erzeugt, wenn die Meßinformation ungültig oder nicht mehr
- 30 vorhanden ist. Sie wird bei einer 4-20 mA-Schnittstelle als ein Stromsignal realisiert, das außerhalb des 4-20 mA-Bereichs liegt, der für die Darstellung der Meßwerte vorbehalten ist. Für Justierzwecke, beispielsweise um den Meßbereichsüberlauf sicher zu erkennen, und zur Übertragbarkeit
- 35 der Dynamik des Meßsignals wird der für Meßwerte zur Verfügung stehende Strombereich auf einen Bereich zwischen 3,8 mA und 20,5 mA erweitert. Ausgangsströme von Meßumformern

07.10.99

2

außerhalb dieser Grenzen dürfen nicht mehr als Meßwerte interpretiert werden. Damit verbleiben freie Strombereiche, die der Ausfallinformation zugewiesen werden können. Ein nicht oder nicht mehr vorhandenes Feldgerät, ein Leitungs-  
5 bruch oder ein Wegfall der Hilfsenergie ergibt immer ein Stromsignal von 0 mA, das folglich in einem Prozeßleitsystem als Ausfallinformation zu interpretieren ist. Da Signale immer fehlerbehaftet sind, wurde ein Signalabstand von 0,2 mA festgelegt, so daß Stromsignale mit einer Stromstärke von  
10 weniger als 3,6 mA als Ausfallinformation bewertet werden. Zudem wurde der Bereich oberhalb von 21 mA als weiterer Strombereich für die Ausfallinformation festgelegt. Dies dient der Auswählbarkeit einer Möglichkeit in der Projektierung bzw. bei der Inbetriebnahme, um z.B. das geeignete  
15 „Fail-Safe“-Verhalten eines Regelkreises herzustellen. Auch kurzzeitige Einbrüche oder Übersteuerungen des Stromsignals über den Meßwerte darstellenden Bereich hinaus könnten fälschlicherweise als Ausfallinformation interpretiert werden. Um dies zu vermeiden wurde festgelegt, daß in einem  
20 Prozeßleitsystem, an welches der Meßumformer angeschlossen ist, die Ausfallinformation erst dann als solche erkannt werden soll, wenn sie mindestens 4 Sekunden und mindestens 2 Signalabtastzyklen angestanden ist. Der Geräteentwickler hat nun bei Vorliegen interner Fehler, z.B. „Sensorbruch“, durch  
25 steuernde Mittel im Feldgerät dafür zu sorgen, daß der Stromausgang auf einen dieser den Ausfall indizierenden Stromwerte gesteuert wird.

In dem NAMUR-Arbeitsblatt NA 64 vom 17.06.1996 wird die  
30 Übertragung weiterer Statusinformationen über zusätzliche Binärausgänge und Übertragung auf getrennten Adern empfohlen. Von Feldgeräten werden neben dem Meßwert drei weitere Informationen benötigt, die Aussagen über ihren Zustand liefern und geeignete Strategien von Anlagenfahrer, Prozeßleitsystem  
35 oder Instandhaltung einleiten können: „Ausfall“, „Wartungsbedarf“ und „Funktionskontrolle“. Das „Ausfall-Signal“ wird sowohl über die Steuerung des Analogstromes auf eine der

DE 299 17 651 01

07.10.99

Ausfallwertdarstellungen übertragen, als auch als Binär-  
signal. Während das Analogsignal zur Verwendung in leittech-  
nischen Anlagen beispielsweise zu einem Einzelregler oder an  
eine Ein- und Ausgabe-Schnittstelle eines Automatisierungs-  
5 subsystems verdrahtet wird, werden die Binärsignale zu den  
Auswerteeinrichtungen zur Unterstützung des Servicetechnikers  
in der Instandhaltung geführt.

Die Information „Ausfall“ hat die Bedeutung, daß aufgrund  
10 einer Funktionsstörung in einem Feldgerät oder an seiner  
Peripherie das Meßsignal ungültig ist. Als Beispiele werden  
ein Fühlerbruch bei einem Temperaturmeßumformer, kein Echo  
für einen Radarabstandsmeßumformer, eine defekte Lampe in  
einem Photometer und ein Gasanalysator, der kein Meßgas  
15 bekommt, genannt. Als Strategie zur Behandlung eines Ausfalls  
kann ein Anlagenfahrer den betroffenen Regelkreis auf Hand  
nehmen, Handanalysen veranlassen, das Prozeßleitsystem die  
Anlage abfahren oder die Instandhaltung wird vom Anlagen-  
fahrer oder durch eine automatische Signalisierung verständ-  
20 digt.

Die Information „Wartungsbedarf“ bedeutet: Das Meßsignal ist  
zwar noch gültig, aber der sogenannte Abnutzungsvorrat wird  
demnächst erschöpft sein. Die in dem NAMUR-Arbeitsblatt 64  
25 angeführten Beispiele sind ein schwaches Echo bei einem  
Radarabstandsmeßumformer, eine geringe Lampenintensität im  
Photometer und ein zur Neige gehendes Hilfsreagenz eines  
Analysators. Als Behandlungsstrategie wird die Instandhaltung  
vom Anlagenfahrer oder über eine automatische Signalisierung  
30 an die Instandhaltungszentrale verständigt.

Für die Information „Funktionskontrolle“ ist als Bedeutung  
angegeben, daß am Feldgerät gearbeitet wird, das Meßsignal  
daher vorübergehend ungültig ist. Ein Auslesen von Parametern  
35 aus einem digitalen Feldgerät, ein Behälterabgleich bei einem  
Radarabstandsmeßumformer, eine Kalibrierung eines Gasanaly-  
sators und eine Elektrodenreinigung an einem pH-Meßgerät sind

DE 299 17 851 U1

07.10.99

4

als Beispiele dafür genannt. Als Strategie zur Fehlerbehandlung kann der Anlagenfahrer den betroffenen Regelkreis auf Hand nehmen, Handanalysen veranlassen oder das Prozeßleitsystem hält die Stellgröße für eine begrenzte Zeit konstant.

5

Mit Ausnahme einer Übertragung der Ausfallinformation über das 0/4-20 mA-Signal gemäß NAMUR-Empfehlung 43 existiert für die Informationen „Ausfall“, „Wartungsbedarf“ und „Funktionskontrolle“ je ein zusätzlicher Signalübertragungsweg zwischen  
10 Meßumformer und Prozeßleitsystem. Für die Übertragung dieser Informationen sind somit ein zusätzlicher Verkabelungsaufwand und weitere Schnittstellen im Prozeßleitsystem erforderlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Meßumformer  
15 sowie ein dazu korrespondierendes Prozeßleitsystem zu schaffen, die es ermöglichen, über die eigentliche Meßwertübertragung hinausgehende, den Zustand des Meßumformers betreffende Informationen mit geringem Verdrahtungs- und Kommunikationsaufwand zu übertragen.

20

Die Erfindung hat den Vorteil, daß für die Übertragung der Informationen „Ausfall“ und „Wartungsbedarf“ keinerlei zusätzliche Signalleitungen sowie Binärausgänge und Binäreingänge auf der Seite des Meßumformers bzw. des Prozeß-  
25 leitsystems erforderlich sind. Damit wird sowohl der Verdrahtungsaufwand als auch der Hardware-Aufwand bei den beteiligten Geräten reduziert. Bezüglich der im NAMUR-Arbeitsblatt 64 erwähnten Information „Funktionskontrolle“ darf angenommen werden, daß eine Übertragung dieser Information  
30 prinzipiell nicht erforderlich ist, da ein Anlagenfahrer vor einer beabsichtigten Funktionskontrolle eines Feldgerätes durch den beteiligten Servicetechniker informiert werden muß und eine Funktionskontrolle nur vorgenommen wird, wenn die Herausnahme des Feldgerätes aus der Anlage zuvor vom  
35 Anlagenfahrer gestattet wurde. Der Anlagenfahrer benötigt also keine derartige Information vom Meßumformer, da er bereits ohnehin vom Servicetechniker informiert sein muß. Es

DE 299 17 851 U1

07.10.99

5

ist daher völlig ausreichend, wenn ein Meßumformer im Falle einer Funktionskontrolle ein der Information „Ausfall“ entsprechendes Stromsignal ausgibt.

- 5 In vorteilhafter Weise kann bei Wartungsbedarf ein Stromsignal ausgegeben werden, das periodisch zwischen einem von einem Meßwert unterscheidbaren und einem einen Meßwert darstellenden Stromsignal wechselt. Aufgrund der periodischen Wiederholung des von einem Meßwert unterscheidbaren Strom-
- 10 signals ist die Information „Wartungsbedarf“ von Störungen auf der Übertragungsleitung unterscheidbar und somit sicher detektierbar. Zudem steht der Meßwert weiterhin mit lediglich kurzen Unterbrechungen zur Verfügung.
- 15 Der bestehende 4-20 mA-Standard für analoge Meßumformerschnittstellen kann in einfacher Weise um eine Übertragung zusätzlicher Diagnoseinformationen erweitert werden, indem ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal durch ein Stromsignal von weniger als 3,6 mA oder mehr als 21 mA
- 20 dargestellt wird, das bei Ausfall länger als 4 Sekunden und bei Wartungsbedarf kürzer als 2 Sekunden ausgegeben wird. Bei „Ausfall“ bleibt das Stromsignal auf dem Ausfallpegel. Bei „Wartungsbedarf“ kehrt es nach z.B. 2 Sekunden wieder auf den Meßwert zurück und wiederholt nach einer zweckmäßig
- 25 festzulegenden Zeit diesen Vorgang.

Die Erfindung ist sowohl bei Meßumformern mit analogem 4-20 mA-Ausgang als auch bei Meßumformern mit einer Schnittstelle nach dem HART-Protokoll anwendbar. Auch andere Analog-

30 ausgänge könnten zweckmäßig definiert werden, für welche die Erfindung geeignet ist.

Anhand der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist, werden im folgenden die Erfindung

35 sowie Ausgestaltungen und Vorteile näher erläutert.

DE 299 17 651 111

07.10.99

6

Ein Meßumformer 1 ist über eine Zweidrahtleitung 2 mit einem Prozeßleitsystem 3 verbunden. Zur Versorgung des Meßumformers 1 mit der zum Betrieb erforderlichen Energie ist im Prozeßleitsystem 3 eine Konstantspannungsquelle 4 vorgesehen, welche eine Spannung  $U$  erzeugt. In Reihe zur Konstantspannungsquelle 4 ist ein Widerstand  $R_v$  geschaltet, an welchem von einer Auswerteeinheit 5 eine Spannung abgegriffen wird, die aufgrund eines in der Zweidrahtleitung 2 fließenden Schleifenstroms  $I$  abfällt. Anhand der Größe dieser Spannung kann die Auswerteeinheit 5 unterscheiden, ob es sich bei dem durch den Meßumformer 1 ausgegebenen Strom um ein Stromsignal handelt, das einen Meßwert darstellt oder nicht. Mit Signalen 6 zeigt die Auswerteeinheit 5 das Ergebnis der Auswertungen an, in diesem Ausführungsbeispiel den durch das Stromsignal dargestellten Meßwert, die Information „Ausfall“ oder die Information „Wartungsbedarf“. Weitere Schaltungsteile, die beispielsweise zur Einleitung einer Fehlerbehandlungsstrategie, zur Kommunikation oder für eine weitere Verarbeitung der Meßumformersignale im Prozeßleitsystem 3 angeordnet sind, wurden der Übersichtlichkeit wegen nicht dargestellt.

Im Meßumformer 1 wird der Strom  $I$  über einen Transistor  $T$ , eine Schaltung 8 zur Generierung der Versorgungsspannung des Meßumformers 1 und einen Meßwiderstand  $R_s$  geführt. Durch Abgriff einer Spannung  $U_i$  am Meßwiderstand  $R_s$  wird der Strom  $I$  in der Zweidrahtleitung 2 erfaßt und als Istwert an eine Schaltung 9 zur Stromregelung gegeben. Die Schaltung 9 dient zur Einstellung des Stroms  $I$  auf einen Sollwert  $I_s$ , der von einem Mikroprozessor 10 vorgegeben wird. Ein Ausgangssignal 11 der Schaltung 9 ist zur Stromeinstellung auf den Basisanschluß des Transistors  $T$  geführt.

Ein Sensor 15 dient zur Wandlung einer durch den Meßumformer 1 zu erfassenden physikalischen Größe 14, beispielsweise eines Drucks, in ein elektrisches Spannungssignal, das über einen durch den Mikroprozessor 10 gesteuerten Multiplexer 12 auf einen A/D-Wandler 13 zur Digitalisierung des Meßwerts

DE 299 17 651 U1

geleitet werden kann. Im „Gut“-Zustand stellt der Mikro-  
prozessor 10 mit einem Analogausgang den Sollwert  $I_s$  für die  
Schaltung 9 derart ein, daß der Strom  $I$  in der Zweidraht-  
leitung 2 dem mit dem Sensor 15 erfaßten Wert der physika-  
5 lischen Größe 14 entspricht. Zur Darstellung des Meßwerts  
wird der 4-20 mA-Standard verwendet. Mit einem Temperatur-  
fühler 20, der ebenfalls auf einen Eingang des Multiplexers  
12 geführt ist, wird die Temperatur des Meßumformers 1  
erfaßt. Der Mikroprozessor 10 überwacht zur Selbstdiagnose  
10 die Temperatur auf Einhalten einer zulässigen Betriebstempe-  
ratur. Wird diese überschritten, so kann der Meßumformer 1  
den Meßwert der physikalischen Größe 14 nicht mehr mit  
ausreichender Genauigkeit ermitteln und fällt somit aus.  
Durch statisches Ausgeben eines von einem Meßwert unter-  
15 scheidbaren Stromsignals, hier durch das statische Ausgeben  
eines Stroms  $I$  von 22 mA, wird die Information „Ausfall“ an  
das Prozeßleitsystem 3 übertragen. Nach Absinken der Tempe-  
ratur in den zulässigen Bereich werden erneut Stromsignale  
ausgegeben, welche den aktuell erfaßten Meßwert darstellen.  
20 Hatte die Temperatur dagegen den zulässigen Bereich in erheb-  
lichem Maße überschritten, so daß mit bleibenden Schäden des  
Meßumformers 1 gerechnet werden muß, wird eine Wartung des  
Meßumformers 1 erforderlich. Die Information „Wartungsbedarf“  
wird vom Meßumformer 1 an das Prozeßleitsystem 3 über die  
25 Zweidrahtleitung 2 übertragen, indem der Meßumformer 1 ein  
Stromsignal  $I$  einstellt, das periodisch zwischen der Strom-  
stärke 22 mA und einem dem aktuellen Meßwert der physika-  
lischen Größe 14 entsprechenden Stromsignal wechselt. Dabei  
wird jeweils für eine Zeitdauer von einer Sekunde der Wert  
30 22 mA und für eine Zeitdauer von 59 Sekunden der aktuelle  
Meßwert als Stromsignal ausgegeben. Die Periodendauer beträgt  
somit 60 Sekunden.

Prinzipiell könnte durch Vorgabe verschiedener Zeitdauern für  
35 die Ausgabe des 22 mA-Signals und durch entsprechende Detek-  
tion mit der Auswerteeinheit 5 in dem Prozeßleitsystem 3  
zusätzlich beispielsweise die Information „Funktions-



07.10.99

8

kontrolle" erzeugt und über dieselbe Zweidrahtleitung 2 übertragen werden. Wie bereits oben erläutert, ist eine Übertragung der Information „Funktionskontrolle“ jedoch nicht zwingend erforderlich. Es sind jedoch weitere Geräte- und

5 Meßwert/Kennwert-Zustandsmeldungen vorstellbar, beispielsweise „Ausfall-Vorwarnung“, die zweckmäßigerweise übertragen werden könnten.

Die Abtastraten üblicherweise verwendeter Auswerteeinheiten

10 betragen etwa 0,05 bis 0,2 Sekunden, so daß mehrere Abtastungen des Stromsignals während einer Zeitdauer von einer Sekunde erfolgen und somit eine Detektion des 22 mA-Stromsignals für die Übertragung der Information „Wartungsbedarf“ sichergestellt ist.

15 Nach erfolgter Durchführung der Wartungsarbeiten durch einen Servicetechniker kann das Programm des Mikroprozessors 10 wieder rückgesetzt werden, so daß der Meßumformer 1 bei Einhalten der zulässigen Betriebstemperatur erneut ein den aktuellen Meßwert darstellendes Stromsignal I ausgibt.

20

DE 299 17 651 01

07.10.99

## Schutzansprüche

1. Meßumformer, der zur Versorgung mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen  
5 Meßwert darstellenden Stromsignals (I) an zumindest eine Zweidrahtleitung (2) anschließbar ist, wobei Diagnosemittel (10, 12, 13, 20) vorgesehen sind zur Feststellung, ob der Meßumformer (1) gut arbeitet, ausgefallen ist oder einer  
10 Wartung bedarf, und wobei Mittel (9, 10, Rs, T) vorgesehen sind, um im „Gut“-Zustand ein den Meßwert darstellendes Stromsignal, bei Ausfall statisch ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal und bei Wartungsbedarf derart  
kurzzeitig ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal auszugeben, daß es von dem statischen Stromsignal, das bei  
15 Ausfall ausgegeben wird, unterscheidbar ist.

2. Meßumformer nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß bei Wartungsbedarf ein Stromsignal  
ausgebbar ist, das periodisch zwischen einem von einem Meß-  
20 wert unterscheidbaren und einem einen Meßwert darstellenden Stromsignal wechselt.

3. Meßumformer nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß ein Meßwert durch ein Strom-  
25 signal in einem Wertebereich zwischen 4 mA und 20 mA und ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal durch ein Stromsignal von weniger als 3,6 mA oder mehr als 21 mA dargestellt wird, das bei Ausfall länger als 4 Sekunden und bei Wartungsbedarf kürzer als 2 Sekunden ausgegeben wird.

30

4. Prozeßleitsystem, an welches ein Meßumformer (1) zur Versorgung des Meßumformers (1) mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen Meßwert darstellenden Stromsignals an das Prozeßleitsystem (3) mit  
35 zumindest einer Zweidrahtleitung (2) anschließbar ist, mit einer Auswerteeinheit (5), die derart ausgebildet ist, daß sie

DE 299 17 651 U1

07.10.99

10

- bei einem einen Meßwert darstellenden Stromsignal einen „Gut“-Zustand,
- bei einem statischen, von einem Meßwert unterscheidbaren Stromsignal einen Ausfall und
- 5 - bei einem von einem Meßwert unterscheidbaren Stromsignal, das derart kurzzeitig empfangen wird, daß es von dem statischen Stromsignal unterscheidbar ist, einen Wartungsbedarf des Meßumformers (1) anzeigt.

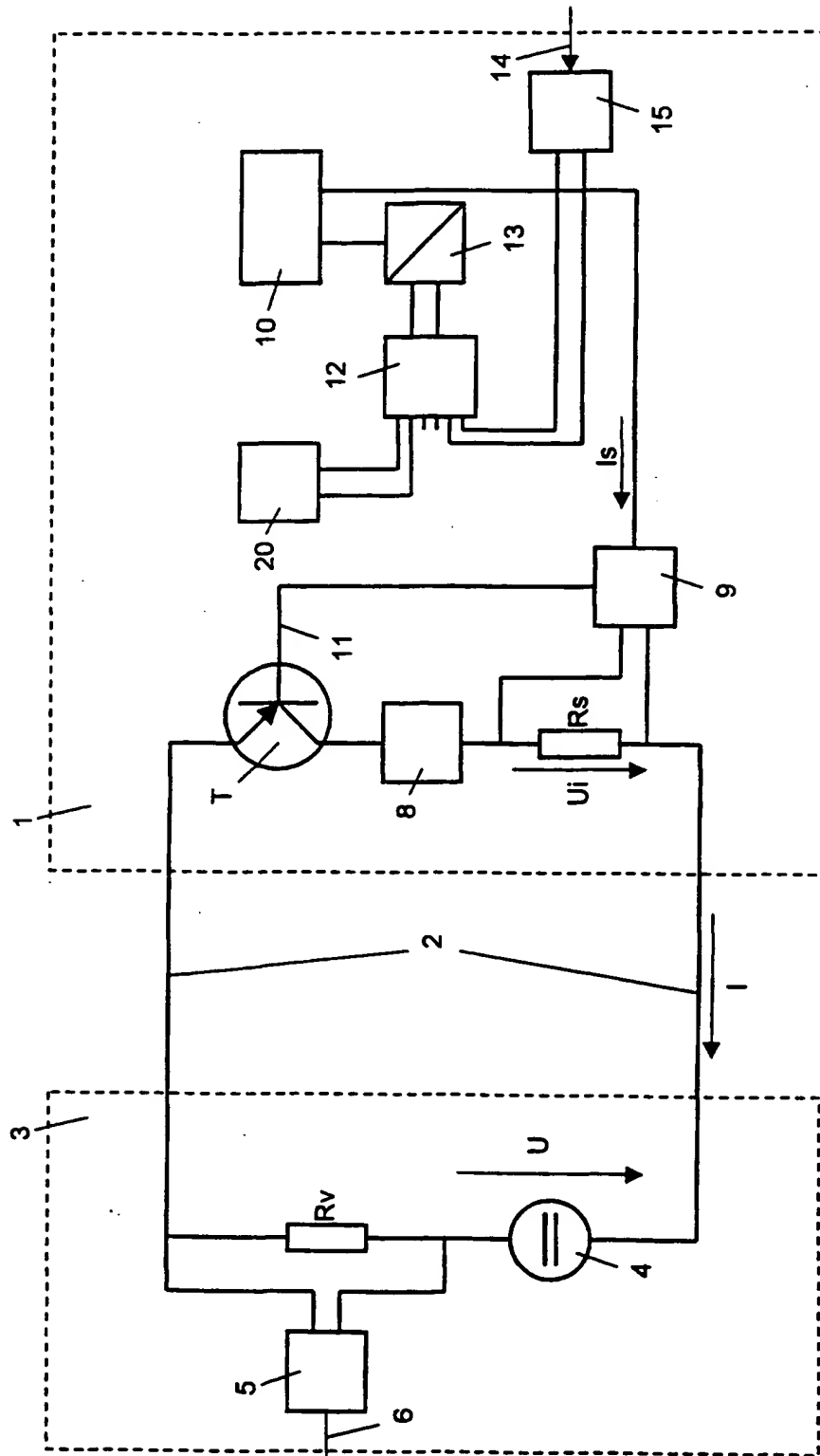
10

DE 299 17 651 01

07.10.99

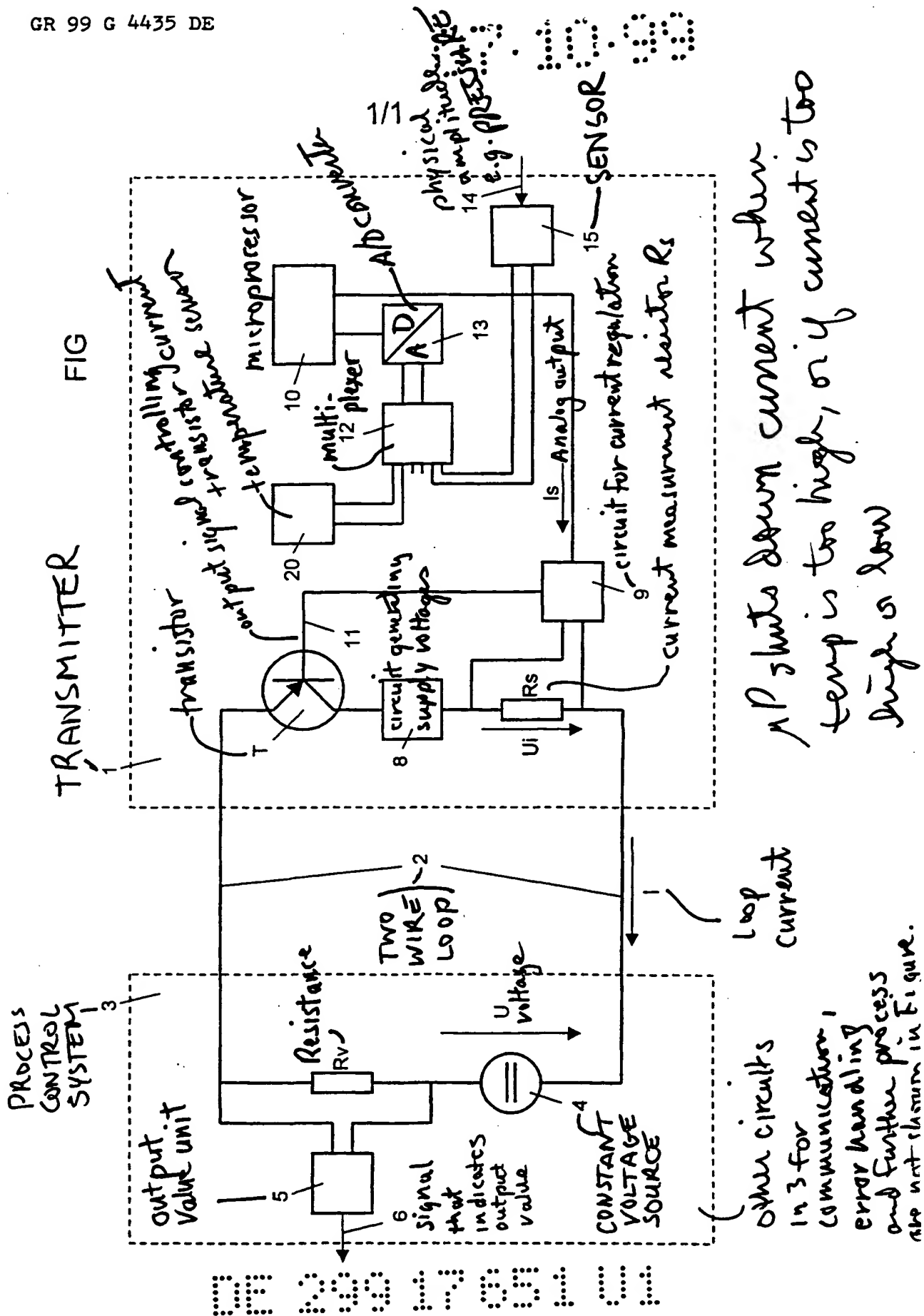
1/1

FIG



DE 299 17 851 U1

٢٤



[Patent Application Pertaining to a Measuring Transducer and a Process Control System]

---

Job No.: 1454-82638

Ref.: P32.18-0001

Translated from German by the Ralph McElroy Translation Company  
910 West Avenue, Austin, Texas 78701 USA

## MEASURING TRANSDUCER AND PROCESS CONTROL SYSTEM

### Description

The invention pertains to a measuring transducer that can be connected to at least one two-wire line in order to supply the measuring transducer with the energy required for its operation and for transmitting a current signal that represents a measured value, as well as a corresponding process control system.

In NAMUR recommendation NE 43 of January 18, 1994, it is proposed to transmit failure information via an analog 4-20 mA interface of a measuring transducer in addition to the measured values. The transmission of additional information other than the measuring information, e.g., regarding the device status, is already broadly utilized in field devices and made possible due to the utilization of microprocessors. In the minimum information content of sensor systems in process-oriented engineering, the device failure information was defined as an indispensable part of the status signals of a sensor system. The utilization of failure information of digital measuring transducers with analog output signals provides one significant advantage for process control: defects in the measuring system are signaled early due to the failure information such that the effects in additional processing systems can be limited with the aid of failure strategies. Consequently, the failure information can provide a significant contribution to the prevention of defects. Failure information is generated when the measuring information is invalid or no longer existent. In a 4-20 mA interface, failure information is realized in the form of a current signal that lies outside of the 4-20 mA range reserved for the measured values. The current range available for measured values is expanded to a range between 3.8 mA and 20.5 mA for adjustment purposes, e.g., in order to reliably detect measuring range overrun and for transmitting dynamics of the measuring signal. Output currents of measuring transducers which lie outside of these limits can no longer be interpreted as measured values. This means that free current ranges remain which can be assigned to failure information. A nonexistent or no longer existent field device, a line break or the cessation of auxiliary energy always results in a current signal of 0 mA which is interpreted as failure information in a process control system. Since signals are always faulty, a signal spacing of 0.2 mA was defined such that current signals with a current intensity of less than 3.6 mA are evaluated as failure information. In addition, the range above 21 mA was defined as an additional current range for failure information. This makes it possible to select one option in the project design or the initial operation in order to realize, for example, suitable "fail-safe" behavior of a control circuit. In instances, in which the current signal briefly falls short of or exceeds the range representing the measured values, the current signals can also be erroneously interpreted as failure information. In order to prevent such instances, it was determined that, in a process control system, to which the measuring transducer

is connected, the failure information is only recognized as such if it is present for at least 4 seconds and at least 2 signal sampling cycles. If an internal defect, e.g., a "sensor failure," occurs, the device developer needs to ensure with the aid of corresponding control means in the field device that the current output is controlled to a current value that indicates the failure.

In NAMUR work sheet NA 64 of June 17, 1996, transmission of additional status information via additional binary outputs and transmission on different conductors are proposed. The field devices require three different types of information in addition to the measured value, with the additional types of information providing data regarding the condition of the field devices and making it possible to initiate suitable strategies of the system operator, the process control system or the repair department: "failure," "repair required" and "functional control." The "failure signal" is transmitted in the form of a failure value by the control of the analog current, as well as in the form of a binary signal. When used in process control systems, the analog signal is, for example, fed to an individual regulator or to an I/O interface of an automation subsystem. The binary signals are fed to evaluation devices in order to support the service technician in repair procedures.

The information "failure" means that the measuring signal is invalid due to a functional defect in a field device or on its periphery. Examples for this are a sensor failure in a temperature measuring transducer, a lacking echo in a radar distance measuring transducer, a defective lamp in a photometer and a gas analyzer that receives no gas to be measured. The strategy for repairing a failure may consist of the system operator manually operating the control circuit in question or initiating manual analyses, the process control system checking the entire system or the system operator or an automatic signaling circuit informing the repair department.

The information "repair required" means that the measuring signal is still valid, but the so-called wear reserve will soon be depleted. The examples for this cited in NAMUR work sheet 64 are a weak echo in a radar distance measuring transducer, a low lamp intensity in a photometer and a low level of auxiliary reagent in an analyzer. The repair strategy consists of the system operator or an automatic signaling circuit informing the repair department.

The information "functional control" means that work is being carried out on the field device, i.e., the measuring signal is temporarily invalid. Examples for this are a read-out of parameters on a digital field device, a calibration of a radar distance measuring transducer or a gas analyzer or an electrode cleaning in a pH measuring device. In this case, the repair strategies consist of the system operator manually operating the control circuit in question or initiating manual analyses or of the process control system maintaining the controller output constant for a limited duration.

With the exception of a transmission of the failure information via the 0/4-20 mA signal in accordance with NAMUR recommendation 43, one respective additional signal transmission



path between the measuring transducer and the process control system is provided for the three types of information "failure," "repair required" and "functional control." Consequently, an additional wiring expenditure and additional interfaces in the process control system are required for the transmission of this information.

The invention is based on the objective of developing a measuring transducer and a corresponding process control system which make it possible to transmit information other than the measuring values which [information] pertains to the condition of the measuring transducer with a low wiring and communication expenditure.

The invention provides the advantage that no additional signaling lines or binary outputs and inputs are required on the measuring transducer or in the process control system, in order to transmit the two types of information "failure" and "repair required." This means that the wiring expenditure and the hardware expenditure in the participating devices is reduced. With respect to the information "functional control" cited in NAMUR work sheet 64, it is assumed that the transmission of this information is, in principle, not required because the system operator needs to be informed of the intended functional control of the field device anyhow by the respective service technician. This means that a functional control can only be carried out if the temporary inactive status of the field device was previously authorized by the system operator. Consequently, the system operator does not require information of this type from the measuring transducer because the system operator was already informed by the service technician. In such instances, it completely suffices that the measuring transducer deliver a current signal that corresponds to the information "failure" when a functional control is carried out.

In case a repair is required, a current signal is advantageously output which periodically changes between a current signal that can be differentiated from a measured value and a current signal that represents a measured value. Due to the periodic repetition of the current signal that can be differentiated from a measured value, the information "repair required" can be differentiated from interferences on the transmission line and consequently detected reliably. In addition, the measured value is still available with only short interruptions.

The existing 4/20 mA standard for analog measuring transducer interfaces can be easily expanded by the transmission of additional diagnosis information if a current signal that can be differentiated from a measured value is transmitted in the form of a current signal of less than 3.6 mA or more than 21 mA for more than 4 seconds in case of a failure and for less than 2 seconds in case a repair is required. In case of a "failure," the current signal remains on the failure level. If a "repair is required," the current signal returns to the measured value, e.g., after 2 seconds, with this process being repeated after a practically defined duration.

The invention can be utilized in measuring transducers with an analog 4-20 mA output, as well as in measuring transducers with an interface according to the HART protocol. Other analog outputs, for which the invention is suitable, can also be practically defined.

The invention, as well as embodiments and advantages thereof, are described in greater detail below with reference to the figure that shows one embodiment of the invention.

A measuring transducer 1 is connected to a process control system 3 via a two-wire line 2. In order to supply the measuring transducer 1 with the energy required for its operation, a constant voltage source 4 that generates a voltage  $U$  is provided in the process control system 3. A resistor  $R_v$ , on which an evaluation unit 5 taps a voltage that decreases due to a loop current  $I$  that flows in the two-wire line 2, is connected in series to the constant voltage source 4. Based on the intensity of this voltage, the evaluation unit 5 is able to differentiate whether the current output by the measuring transducer 1 consists of a current signal that represents a measured value or not. The evaluation unit 5 indicates the result of the evaluations in the form of signals 6, in this particular embodiment, the measured value represented by the current signal, the information "failure" or the information "repair required." Other circuit components that, for example, are provided for initiating a defect repair strategy, for communication purposes or for additionally processing the measuring transducer signals in the process control system 3 are not illustrated in the figure so as to provide a better overview.

In the measuring transducer 1, the current  $I$  flows through a transistor  $T$ , a circuit 8 for generating the supply voltage of the measuring transducer 1 and a measuring resistor  $R_s$ . The current  $I$  in the two-wire line 2 is measured by tapping a voltage  $U_i$  on the measuring resistor  $R_s$ , with this current being fed to a current control circuit 9 in the form of an actual value. The circuit 9 serves for adjusting the current  $I$  to a control point  $I_s$  that is predetermined by a microprocessor 10. An output signal 11 of the circuit 9 is fed to the base terminal of the transistor  $T$  in order to adjust the current.

A sensor 15 serves for converting a physical variable 14 to be measured by the measuring transducer 1, e.g., a pressure, into an electric voltage signal that can be fed to an A/D converter 13 for digitizing the measured value by means of a multiplexer 12 that is controlled by the microprocessor 10. In the "operative" condition, the microprocessor 10 adjusts the control point  $I_s$  for the circuit 9 with the aid of an analog output, namely in such a way that the current  $I$  in the two-wire line 2 corresponds to the value of the physical variable 14 measured with the sensor 15. The 4-20 mA standard is used for indicating the measured value. The temperature of the measuring transducer 1 is measured with a temperature sensor 20 that is also connected to one input of the multiplexer 12. In order to realize a self-diagnosis, the microprocessor 10 monitors the temperature with respect to the observation of a permissible operating temperature. If this operating temperature is exceeded, the measuring transducer 1 is no longer able to determine the

measured value of the physical variable 14 with sufficient accuracy and consequently fails. The information "failure" is transmitted to the process control system 3 due to the static output of a current signal that can be differentiated from a measured value, in this case, the static output of a current  $I$  of 22 mA. After the temperature drops into the permissible range, current signals are output which represent the actually measured value. However, if the temperature exceeds the permissible range to a significant degree, it would have to be expected that the measuring transducer 1 has suffered permanent damage and the measuring transducer 1 needs to be repaired. The information "repair required" is transmitted from the measuring transducer 1 to the process control system 3 via the two-wire line 2, namely by the measuring transducer 1 regulating a current signal  $I$  that periodically changes between the current intensity 22 mA and a current signal that corresponds to the actually measured value of the physical variable 14. In this case, the value 22 mA is respectively output in the form of a current signal for a duration of 1 second and the actually measured value is output in the form of a current signal for a duration of 59 seconds. This means that the period duration is 60 seconds.

It would, in principle, be possible to additionally generate, for example, the information "functional control" by means of the evaluation unit 5 in the process control system 3 if different durations are predetermined for the output of the 22 mA signal and a corresponding detection is provided. This information is transmitted via the same two-wire line 2. As mentioned previously, a transmission of the information "functional control" is not absolutely imperative. However, it would also be conceivable to transmit other device status messages and measured value/parameter status messages, e.g., a "failure pre-warning."

The sampling rates of conventionally utilized evaluation units lie between approximately 0.05 and 0.2 seconds, i.e., the current signal is sampled several times during a duration of one second such that a reliable detection of the 22 mA current signal for transmitting the information "repair required" is ensured.

After the repair tasks are completed by the service technician, the program of the microprocessor 10 can be reset again such that the measuring transducer 1 once again outputs a current signal  $I$  which represents the actually measured value as long as the permissible operating temperature is observed.

### Claims

1. Measuring transducer that can be connected to at least one two-wire line (2) in order to supply the measuring transducer with the energy required for its operation and for transmitting a current signal ( $I$ ) that represents a measured value, wherein diagnosis means (10, 12, 13, 20) are provided for determining whether the measuring transducer (1) operates properly, has failed or requires repairs, and wherein means (9, 10, Rs, T) are provided for outputting a current signal

that represents the measured value in the "operative" condition, for statically outputting a current signal that can be differentiated from a measured value in case of a failure and for briefly outputting a current signal that can be differentiated from a measured value in case repair is required, namely in such a way that the [brief] current signal can be differentiated from the static current signal output in case of a failure.

2. Measuring transducer according to Claim 1, characterized by the fact that a current signal can be output in case a repair is required which periodically changes between a current signal that can be differentiated from a measured value and a current signal that represents a measured value.

3. Measuring transducer according to Claim 1 or 2, characterized by the fact that a measured value is indicated in the form of a current signal within a range between 4 mA and 20 mA, and by the fact that a current signal that can be differentiated from a measured value is indicated in the form of a current signal of less than 3.6 mA or more than 21 mA which is output for more than 4 seconds in case of a failure and for less than 2 seconds in case a repair is required.

4. Process control system, in which a measuring transducer (1) can be connected to the process control system (3) via at least one two-wire line (2) in order to supply the measuring transducer (1) with the energy required for its operation and for transmitting a current signal that represents a measured value, with the process control system containing an evaluation unit (5) that is realized in such a way that it

- indicates an "operative" status if the current signal represents a measured value,
- indicates a failure if a static current signal that can be differentiated from a measured value is output, and

- indicates that the measuring transducer (1) requires repairs if a current signal that can be differentiated from a measured value is received for such a brief duration that it can be differentiated from the static current signal.

//insert figure//

FIG

